

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-340456

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 29/78  
21/28  
21/76  
21/768

H 0 1 L 29/78 3 0 1 X  
21/28 L  
21/76 L  
21/90 D  
29/78 3 0 1 R

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平10-141206

(22) 出願日 平成10年(1998) 5 月22日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 山下 征大

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

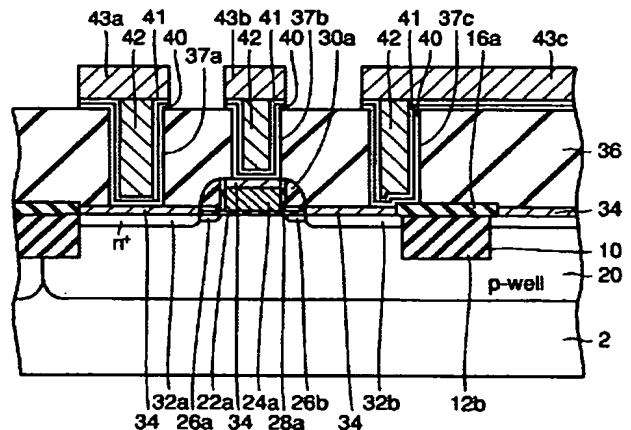
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 リーク電流の低減が図られる半導体装置とその製造方法とを提供する。

【解決手段】 pウェル20に、溝10内に形成されたシリコン酸化膜12bによって他の素子と電気的に絶縁された、MOSトランジスタが形成されている。そのMOSトランジスタを覆う層間絶縁膜36に、コンタクトホール37a、37b、37cがそれぞれ形成される。このとき、写真製版のアライメントがずれたとしても、シリコン酸化膜12bを覆う保護膜としてのシリコン窒化膜16aが形成されているため、シリコン酸化膜12bがエッチングされて、n<sup>+</sup>ドレイン領域32bとpウェル20の表面が露出するのを防止することができる。



2: 半導体基板  
16: シリコン窒化膜  
22a: ゲート酸化膜  
26b: n<sup>+</sup>ドレイン領域  
32a: n<sup>+</sup>ソース領域  
34: コバルトシリサイド膜  
37a, 37b, 37c, 37d: コンタクトホール  
10: 溝  
20: pウェル  
26a: n<sup>+</sup>ソース領域  
30a, 30b: シリコン窒化膜  
32b: n<sup>+</sup>ドレイン領域  
36: 層間絶縁膜

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板の主表面に形成された第 1 導電領域と、  
前記第 1 導電領域に接して前記半導体基板の主表面に形成された素子分離領域と、  
前記第 1 導電領域に接している前記素子分離領域部分およびその近傍部分を少なくとも覆うように形成された第 1 保護膜と、  
前記第 1 導電領域および前記第 1 保護膜を覆うように、前記半導体基板上に形成された絶縁膜と、  
前記絶縁膜に形成された、前記第 1 導電領域の表面を露出する開口部と、  
前記開口部に埋込まれた導電体と、  
前記絶縁膜上に形成され、前記導電体と電気的に接続された第 2 導電領域とを備えた、半導体装置。

【請求項 2】 前記半導体基板の主表面に、前記第 1 導電領域と距離を隔てて形成された第 3 導電領域と、  
前記第 1 導電領域と前記第 3 導電領域とによって挟まれた領域上に、ゲート絶縁膜を介在させて形成されたゲート電極と、  
前記ゲート電極の両側面上に形成された側壁絶縁膜とを含み、  
前記第 1 保護膜と前記側壁絶縁膜とが同じ層からなる、請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 3】 前記第 1 保護膜は、前記素子分離領域の表面全体を覆っている、請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】 前記半導体基板の主表面に、前記第 1 導電領域と距離を隔てて形成された第 3 導電領域と、  
前記第 1 導電領域と前記第 3 導電領域とによって挟まれた領域上に、ゲート絶縁膜を介在させて形成されたゲート電極と、  
前記半導体基板の主表面に形成された抵抗素子と、  
前記抵抗素子を覆うように形成された第 2 保護膜と、  
前記第 1 導電領域および前記第 3 導電領域上に形成された導電層とを含み、  
前記第 1 保護膜と前記第 2 保護膜とは同じ層からなる、請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 5】 前記素子分離領域は、  
前記半導体基板の主表面に形成された溝部と、  
前記溝部の上端近傍の溝部側面を露出させて前記溝部の上端を越えないように前記溝部内に形成された絶縁体とを含み、  
前記第 1 保護膜は前記溝部側面上に形成された、請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 6】 前記第 1 保護膜はシリコン窒化膜であり、前記絶縁膜はシリコン酸化膜である、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 7】 半導体基板の主表面に素子分離領域を形成する工程と、

前記半導体基板の主表面に、前記素子分離領域に接する第 1 導電領域を形成する工程と、

前記素子分離領域の表面を覆うように第 1 保護膜を形成する工程と、

前記第 1 導電領域および前記第 1 保護膜を覆うように、

前記半導体基板上に絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜に、前記第 1 導電領域の表面を露出する開口部を形成する工程と、

前記開口部に導電体を埋込む工程と、

10 前記絶縁膜上に、前記導電体と電気的に接続される第 2 導電領域を形成する工程とを備えた、半導体装置の製造方法。

【請求項 8】 前記素子分離領域を形成する工程は、  
前記半導体基板上に所定タイプの第 1 フォトリソグを形成する工程と、

前記第 1 フォトリソグを所定のマスクを用いて露光することにより、第 1 フォトリソグパターンを形成する工程と、

20 前記第 1 フォトリソグパターンをマスクとして、前記半導体基板に加工を施すことにより、前記半導体基板の所定の領域に、溝部を形成する工程と、

前記溝部に絶縁体を形成する工程とを含み、

前記第 1 保護膜を形成する工程は、

前記素子分離領域を覆うように前記半導体基板上に前記絶縁膜とはエッチング特性の異なる保護層を形成する工程と、

前記保護層上に前記所定タイプとは異なるタイプの第 2 フォトリソグを形成する工程と、

30 前記第 2 フォトリソグを所定の前記マスクを用いて露光することにより、第 2 フォトリソグパターンを形成する工程と、

前記第 2 フォトリソグパターンをマスクとして、前記保護層に加工を施すことにより、前記素子分離領域の表面を覆う第 1 保護膜を形成する工程とを含む、請求項 7 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】 前記素子分離領域を形成する工程と前記絶縁膜を形成する工程との間に、

前記半導体基板上にゲート絶縁膜を介在させてゲート電極を形成する工程と、

40 前記ゲート電極を挟んで前記半導体基板の主表面に所定導電型の 1 対の不純物領域を形成する工程と、  
前記ゲート電極の両側面上に側壁絶縁膜を形成する工程とを備え、

前記 1 対の不純物領域を形成する工程は、一方の領域に前記第 1 導電領域を形成する工程を含み、

前記側壁絶縁膜を形成する工程は、前記第 1 保護膜を形成する工程と同時に進められる、請求項 7 記載の半導体装置の製造方法。

50 【請求項 10】 前記素子分離領域を形成する工程と前記絶縁膜を形成する工程との間に、

## 3

前記半導体基板上にゲート絶縁膜を介在させてゲート電極を形成する工程と、

前記ゲート電極を挟んで前記半導体基板の主表面に所定導電型の1対の不純物領域を形成する工程と、

前記半導体基板の主表面に抵抗素子を形成する工程と、  
少なくとも前記抵抗素子を覆うように第2保護膜を形成する工程と、

1対の前記不純物領域上に、自己整合的に導電層を形成する工程とを備え、

前記1対の不純物領域を形成する工程は、一方の領域に前記第1導電型領域を形成する工程を含み、

前記第2保護膜を形成する工程は、前記第1保護膜を形成する工程と同時に進められる、請求項7記載の半導体装置の製造方法。

【請求項11】 前記素子分離領域を形成する工程と前記絶縁膜を形成する工程との間に、

前記半導体基板上に第1ゲート絶縁膜用絶縁層を形成する工程と、

前記第1ゲート絶縁膜用絶縁層および前記素子分離領域を覆うように第3保護膜を形成する工程と、

前記半導体基板上に第2ゲート絶縁膜用絶縁層を形成する工程と、

前記第3保護膜のうち、少なくとも前記素子分離領域を覆う部分を残して他の部分を除去する工程と、

前記第1ゲート絶縁膜用絶縁層および前記第2絶縁膜用絶縁層上に導電層を形成するとともに、所定の加工を施すことにより、前記半導体基板上に第1ゲート絶縁膜を介在させて第1ゲート電極および第2ゲート絶縁膜を介在させて第2ゲート電極を形成する工程とを備え、

前記第3保護膜を形成する工程は、前記第1保護膜を形成する工程と同時に進められる、請求項7記載の半導体装置の製造方法。

【請求項12】 前記素子分離領域を形成する工程は、前記半導体基板の主表面に溝部を形成する工程と、

前記溝部の上端近傍の溝部側面を露出させて前記溝部の上端を越えないように前記溝部内に絶縁体を埋込む工程とを含み、

前記第1保護膜を形成する工程は、前記溝部側面上に自己整合的に前記絶縁膜とはエッチング特性の異なる膜を形成する工程を含む、請求項7記載の半導体装置の製造方法。

【請求項13】 前記第1保護膜はシリコン窒化膜であり、前記絶縁膜はシリコン酸化膜である、請求項7～13のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置およびその製造方法に関し、特に、リーク電流の低減が図られる半導体装置およびその製造方法に関するものである。

【0002】

## 4

【従来の技術】従来の半導体装置の一例として、MOSトランジスタを備えた半導体装置について図を用いて説明する。図42を参照して、半導体基板2の表面にpウェル20が形成されている。そのpウェル20の表面上には、ゲート絶縁膜22aを介在させてゲート下部電極24aが形成されている。そのゲート下部電極24aを挟んでpウェル20の表面に、 $n^-$ ソース領域26a、 $n^+$ ソース領域32a、 $n^-$ ドレイン領域26bおよび $n^+$ ドレイン領域32bが形成されている。ゲート下部電極24a、 $n^-$ 、 $n^+$ ソース領域26a、32aおよび $n^-$ 、 $n^+$ ドレイン領域26b、32bにより、1つのMOSトランジスタが構成される。そのMOSトランジスタは、溝10内に形成されたシリコン酸化膜12bによって他のMOSトランジスタ（図示せず）などの素子と電気的に絶縁されている。

【0003】 $n^-$ 、 $n^+$ ソース領域26a、32aおよび $n^-$ 、 $n^+$ ドレイン領域26b、32bの表面およびゲート下部電極24aの上面には、それぞれコバルトシリサイド膜34が形成されている。また、ゲート下部電極24aの両側面上には、サイドウォール絶縁膜として、TEOS系酸化膜28aおよびシリコン窒化膜30aが形成されている。ゲート下部電極24aおよびコバルトシリサイド膜34を覆うように、半導体基板2上に層間絶縁膜36が形成されている。その層間絶縁膜36には、コバルトシリサイド膜34の表面を露出するコンタクトホール37a、37b、37cがそれぞれ形成されている。そのコンタクトホール37a、37b、37c内には、チタン40および窒化チタン41を介在させてタングステン42が形成されている。そして、層間絶縁膜36上に、タングステン42などに電気的に接続されるソース電極43a、ゲート上部電極43b、ドレイン電極43cがそれぞれ形成されている。

【0004】MOSトランジスタを備えた従来の半導体装置の一例は、上記のように構成される。

【0005】次に、上述した半導体装置の製造方法の一例について図を用いて説明する。まず図43を参照して、半導体基板2の表面に、ウェット酸化により、たとえば、約150Åのシリコン酸化膜4を形成する。そのシリコン酸化膜4上に、減圧CVD法等により、約2000Åのシリコン窒化膜6を形成する。そのシリコン窒化膜6上に、レジストパターン8を形成する。このレジストパターン8をマスクとして、シリコン窒化膜6およびシリコン酸化膜4に反応性イオンエッチングにより異方性エッチングを施す。さらに、このエッチングされたシリコン窒化膜6およびシリコン酸化膜4をマスクとして、半導体基板2に反応性イオンエッチングにより異方性エッチングを施し、溝形素子分離（Shallow Trench Isolation; 以下「STI」と記す。）となる溝10を形成する。その後、レジストパターン8を除去する。

【0006】次に図44を参照して、溝10内を埋める

ように、半導体基板2上に、高密度プラズマCVD法により、約5000Åのシリコン酸化膜12を形成する。

【0007】次に図45を参照して、シリコン酸化膜12に化学的機械的研磨（Chemical Mechanical Polishing；以下「CMP」と記す。）を施すことにより、溝10内のみシリコン酸化膜12aを残す。このとき、シリコン窒化膜6は、CMPの際のストップ膜として作用する。

【0008】その後、シリコン窒化膜6を、たとえば、熱リン酸などで除去する。さらに、シリコン酸化膜4

【0009】次に図46を参照して、窒素などのドライ雰囲気および温度1100℃にて熱処理を施すことにより、シリコン酸化膜4の除去された半導体基板2の表面に約150Åの犠牲酸化膜14を形成する。次に、写真製版により、pウェル20を形成するためのレジストマスク（図示せず）を形成するとともに、これをマスクとして、たとえば、ボロンなどを注入エネルギー250KeVにてイオン注入することにより、pウェル20を形成する。なお、nウェル領域を形成するには、たとえば、リンなどを注入エネルギー400KeVにてイオン注入することによりnウェル（図示せず）を形成することができる。その後、フッ酸などにより犠牲酸化膜14を除去する。

【0010】次に図47を参照して、熱酸化法等により半導体基板2の表面に約40Åのシリコン酸化膜22を形成する。そのシリコン酸化膜22上に、減圧CVD法によりポリシリコン膜24を形成する。そのポリシリコン膜24上に、レジストパターン45を形成する。

【0011】次に図48を参照して、レジストパターン45をマスクとして、ポリシリコン膜24に異方性エッチングを施し、ゲート下部電極24aを形成する。その後、レジストパターン45を除去する。次に、所定の領域にレジストパターン46を形成する。そのレジストパターン46およびゲート下部電極24aをマスクとして、注入エネルギー60KeV、ドーズ量 $4 \times 10^{13}/\text{cm}^2$ 、角度45°斜め回転注入の条件にて砒素をイオン注入することによりn<sup>-</sup>ソース領域26a、n<sup>-</sup>ドレイン領域26bを形成する。その後レジストパターン46を除去する。

【0012】なお、nウェル（図示せず）には、注入エネルギー10KeV、ドーズ量 $2 \times 10^{13}/\text{cm}^2$ 、角度45°斜め回転注入の条件にてボロンをイオン注入することにより、p<sup>-</sup>ソースおよびドレイン領域（いずれも図示せず）を形成する。

【0013】次に図49を参照して、ゲート下部電極24aを覆うように半導体基板2上に約150ÅのTEOS系酸化膜（図示せず）をCVD法により形成する。そのTEOS系酸化膜上に、減圧CVD法によりシリコン窒化膜（図示せず）を形成する。その後、シリコン窒化

膜およびTEOS系酸化膜に異方性エッチングを施すことにより、ゲート下部電極24aの両側面上に、サイドウォール絶縁膜としてのTEOS系酸化膜28aとシリコン窒化膜30aとを形成する。

【0014】次に図50を参照して、半導体基板2上にレジストパターン46を形成する。そのレジストパターン46、ゲート下部電極24a、TEOS系酸化膜28aおよびシリコン窒化膜30aをマスクとして、注入エネルギー50KeV、ドーズ量 $4 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ にて砒素をイオン注入することにより、n<sup>+</sup>ソース領域32aおよびn<sup>+</sup>ドレイン領域32bを形成する。これにより、LDD（Lightly Doped Drain）構造が形成される。その後、レジストパターン46を除去する。

【0015】なお、nウェル（図示せず）には、注入エネルギー15KeV、ドーズ量 $4 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ にてボロンをイオン注入することによりp<sup>+</sup>ソースおよびドレイン領域を形成する。

【0016】次に図51を参照して、ゲート下部電極24a等を覆うように半導体基板2上に、スパッタ法によりコバルト膜（図示せず）を形成する。その後、窒素雰囲気、温度430℃、時間90秒の条件にてランプによるアニール（ランプアニール）を施すことにより、半導体基板2中のシリコンとコバルトおよびゲート下部電極24a中のシリコンとコバルトとをそれぞれ反応させてコバルトシリサイド膜34を形成する。このとき、シリコン酸化膜12b中のシリコンとコバルトとは反応しないので、未反応のコバルトが残る。その未反応のコバルトをウェット処理により選択的に除去する。その後、温度750℃、時間60秒の熱処理をさらに加えることにより、コバルトシリサイド膜34を安定化させる。

【0017】次に図52を参照して、コバルトシリサイド膜34等を覆うように半導体基板2上に、常圧CVD法により約10000Åのシリコン酸化膜を形成する。その後、そのシリコン酸化膜にCMP法により平坦化処理を施し、さらに平坦化されたシリコン酸化膜上に約1000Åのシリコン酸化膜を形成して層間絶縁膜36を形成する。その層間絶縁膜36に、所定のレジストパターン（図示せず）を形成する。そのレジストパターンをマスクとして層間絶縁膜36に異方性エッチングを施し、コバルトシリサイド膜34の表面を露出するコンタクトホール37a、37b、37cをそれぞれ形成する。

【0018】その後、層間絶縁膜36上に、スパッタ法により、チタン、窒化チタンの膜（いずれも図示せず）を形成する。さらにCVD法によりタングステン膜（図示せず）を形成する。そのタングステン膜に異方性エッチングを施すことにより、コンタクトホール37a、37b、37c内に、チタン40および窒化チタン41を介在させてタングステン42を形成する。その後、層間絶縁膜36上に、スパッタ法によりアルミニウム銅合金

膜（図示せず）を形成する。そのアルミニウム銅合金膜上に所定のレジストパターン（図示せず）を形成する。そのレジストパターンをマスクとして、アルミニウム銅合金膜に異方性エッチングを施すことにより、配線層としてのソース電極43a、ゲート上部電極43bおよびドレイン電極43cを形成する。以上のような工程を経ることによって、図42に示す半導体装置が完成する。

#### 【0019】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、半導体装置の微細化に伴って、コンタクトホールとゲート電極またはコンタクトホールとMOSトランジスタなどの素子形成領域との重ね合わせのマージンが小さくなってきている。このため、コンタクトホール工程の写真製版におけるマスク合わせずれや、素子形成領域またはコンタクトホールの寸法シフトに起因して、たとえば、図52に示す工程において、コンタクトホール37cの底面の全面にコバルトシリサイド膜34が露出するようにコンタクトホール37bが形成されなくて、部分的にしかコバルトシリサイド膜34が露出しないように形成される、いわゆるボーダーレス構造が生じることがある。

【0020】層間絶縁膜36にコンタクトホールを形成する際には、その層間絶縁膜36のウエハ面内における膜厚のばらつきを考慮して、通常50%以上のオーバーエッチングが施される。このため、コンタクトホールによっては、図53に示すコンタクトホール37cのように、溝10内に形成されたシリコン酸化膜12bがエッチングされて、コンタクトホール37cの下部側面に $n^+$ ドレイン領域32bとともにpウェル20が露出することがある。このようなコンタクトホール37c内にタングステン42などが形成されると、 $n^+$ ドレイン領域32bとpウェル20とが電気的に短絡して、 $n^+$ ドレイン領域32bからpウェル20へ電流がリークすることがあった。このため、半導体装置の所望の動作特性を得ることができなかった。

【0021】本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、たとえ、コンタクトホールが所定の位置からずれた位置に形成された場合でもリーク電流の低減が図られる半導体装置とその製造方法とを提供することを目的とする。

#### 【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の1つの局面における半導体装置は、第1導電領域と、素子分離領域と、第1保護膜と、絶縁膜と、導電体と、第2導電領域とを備えている。第1導電領域は、半導体基板の主表面に形成されている。素子分離領域は、第1導電領域に接して半導体基板の主表面に形成されている。第1保護膜は、第1導電領域に接している素子分離領域部分およびその近傍部分を少なくとも覆うように形成されている。絶縁膜は、第1導電領域および第1保護膜を覆うように半導体基板上に形成されている。開口部は、絶縁膜に形成さ

れ第1導電領域の表面を露出している。導電体は開口部に埋込まれている。第2導電領域は、絶縁膜上に形成され、導電体と電気的に接続されている。

【0023】この構成によれば、絶縁膜に開口部を形成する際に、開口部を形成するためのレジストパターンが、たとえばアライメントのずれなどにより素子分離領域上にかかるように形成された場合であっても、絶縁膜をエッチングする際に第1保護膜の存在によって素子分離膜がエッチングされるのを防止することができる。これにより、素子分離領域がエッチングされて開口部の側面に第1導電領域とその第1導電領域下の半導体基板の領域とが露出するように開口部が形成され、そして、その開口部に形成される導電体によって第2導電領域から第1導電領域を経て半導体基板へ電流がリークするのを防止することができる。その結果、半導体装置の電気的特性が向上し、所望の動作特性が得られる。

【0024】好ましくは、半導体基板の主表面に、第1導電領域と距離を隔てて形成された第3導電領域と、第1導電領域と第3導電領域とによって挟まれた領域上に、ゲート絶縁膜を介在させて形成されたゲート電極と、ゲート電極の両側面上に形成された側壁絶縁膜とを含み、第1保護膜とその側壁絶縁膜とは同じ層からなる。

【0025】この場合、第1保護膜は側壁絶縁膜と同じ層から形成されるため、新たな膜形成工程を追加することなく、第1保護膜を形成することができる。

【0026】また好ましくは、第1保護膜は素子分離領域の表面全体を覆っている。この場合、第1保護膜を形成するためのマスクとして、素子分離領域を形成するためのマスクを用いることができる。その結果、新たなマスクを追加することなく第1保護膜を形成することが可能となる。

【0027】好ましくは、半導体基板の主表面に第1導電領域と距離を隔てて形成された第3導電領域と、第1導電領域と第3導電領域とによって挟まれた領域上に、ゲート絶縁膜を介在させて形成されたゲート電極と、半導体基板の主表面に形成された抵抗素子と、その抵抗素子を覆うように形成された第2保護膜と、第1導電領域および第3導電領域上に形成された導電層とを含み、第1保護膜と第2保護膜とは同じ層からなる。

【0028】この場合、導電層を形成する際に、抵抗素子上にも導電層が形成されるのを防止するための第2保護膜と同じ層から第1保護膜が形成される。このため、新たな膜形成工程を追加することなく第1保護膜を形成することができる。

【0029】また好ましくは、素子分離領域は、半導体基板の主表面に形成された溝部と、その溝部の上端近傍の溝部側面を露出させて溝部の上端を越えないように溝部内に形成された絶縁体とを含み、第1保護膜はその溝部側面上に形成されている。

【0030】この場合、第1保護膜を、新たなマスクを追加することなく溝部上端側面上に自己整合的に容易に形成することができる。

【0031】さらに好ましくは、第1保護膜はシリコン窒化膜であり、絶縁膜はシリコン酸化膜である。

【0032】この場合には、絶縁膜に開口部を形成する際に、シリコン窒化膜を実質的にエッチングせずに、シリコン酸化膜のみをエッチングすることができる。これにより、シリコン窒化膜下の領域がエッチングされるのを容易に防止することができる。

【0033】本発明の他の局面における半導体装置の製造方法は、以下の工程を備えている。半導体基板の主表面に素子分離領域を形成する。半導体基板の主表面に、素子分離領域に接する第1導電領域を形成する。素子分離領域の表面を覆うように第1保護膜を形成する。第1導電領域および第1保護膜を覆うように半導体基板上に絶縁膜を形成する。絶縁膜に第1導電領域の表面を露出する開口部を形成する。開口部に導電体を埋込む。絶縁膜上に、導電体と電気的に接続される第2導電領域を形成する。

【0034】この製造方法によれば、絶縁膜に開口部を形成する際に、開口部を形成するためのレジストパターンが、アライメントのずれなどにより素子分離領域上にかかるように形成された場合であっても、絶縁膜をエッチングする際に第1保護膜によって素子分離領域がエッチングされるのを防止することができる。これにより、第1絶縁膜のない場合と比較すると、素子分離領域がエッチングされて開口部の側面に第1導電領域とその第1導電領域下の半導体基板の領域とが露出して開口部が形成されるのを防止でき、その開口部に形成される導電体によって第2導電領域から第1導電領域を経て半導体基板へ電流がリークするのを抑制することができる。その結果、電気的特性の向上が図られ所望の動作特性が得られる半導体装置を製造することができる。

【0035】好ましくは、素子分離領域を形成する工程は、半導体基板上に所定タイプの第1フォトリジストを形成する工程と、第1フォトリジストを所定のマスクを用いて露光することにより、第1フォトリジストパターンを形成する工程と、その第1フォトリジストパターンをマスクとして、半導体基板に加工を施すことにより、半導体基板の所定の領域に、溝部を形成する工程と、その溝部に絶縁体を形成する工程とを含んでいる。また、第1保護膜を形成する工程は、素子分離領域を覆うように半導体基板上に絶縁膜とはエッチング特性の異なる保護層を形成する工程と、その保護層上に所定タイプとは異なるタイプの第2フォトリジストを形成する工程と、その第2フォトリジストを所定のマスクを用いて露光することにより、第2フォトリジストパターンを形成する工程と、その第2フォトリジストパターンをマスクとして、保護層に加工を施すことにより、素子分離領域の表

面を覆う第1保護膜を形成する工程とを含んでいる。

【0036】この場合には、第1保護膜を形成するためのマスクとして、素子分離領域を形成するための第1フォトリジストパターンのレジストタイプと異なるレジストタイプを用いることによって、素子分離形成領域を形成するためのマスクを用いることができる。これにより、新たなマスクを作製することなく、第1保護膜を形成することができ、製造コストの上昇を抑制することができる。

10 【0037】好ましくは、素子分離領域を形成する工程と絶縁膜を形成する工程との間に、半導体基板上にゲート絶縁膜を介在させてゲート電極を形成する工程と、ゲート電極を挟んで半導体基板の主表面に所定導電型の1対の不純物領域を形成する工程と、ゲート電極の両側面上に側壁絶縁膜を形成する工程とを備えている。1対の不純物領域を形成する工程は、一方の領域に第1導電領域を形成する工程を含んでいる。側壁絶縁膜を形成する工程は、第1保護膜を形成する工程と同時に進められる。

20 【0038】この場合には、1対の不純物領域とゲート電極とを含むトランジスタが形成される。そのゲート電極の側壁絶縁膜を形成する際に、その側壁絶縁膜と同じ層から第1保護膜を形成することができる。これにより、新たな膜形成工程を追加することなく第1保護膜を形成でき、製造コストの上昇を抑えることができる。

【0039】また好ましくは、素子分離領域を形成する工程と絶縁膜を形成する工程との間に、半導体基板上にゲート絶縁膜を介在させてゲート電極を形成する工程と、ゲート電極を挟んで半導体基板の主表面に所定導電型の1対の不純物領域を形成する工程と、半導体基板の主表面に抵抗素子を形成する工程と、少なくとも抵抗素子を覆うように第2保護膜を形成する工程と、1対の不純物領域上に、自己整合的に導電層を形成する工程とを備えている。1対の不純物領域を形成する工程は、一方の領域に第1導電型領域を形成する工程を含んでいる。第2保護膜を形成する工程は、第1保護膜を形成する工程と同時に進められる。

【0040】この場合には、1対の不純物領域とゲート電極とを含むトランジスタが形成される。その不純物領域上に導電層を形成する際に、半導体基板の表面に形成された抵抗素子上にも導電層が形成されるのを防止するための第2保護膜が形成される。第1保護膜は、その第2保護膜と同じ層から形成される。これにより、新たな膜形成工程を追加することなく第1保護膜を形成でき、製造コストの上昇を抑えることができる。

【0041】また好ましくは、素子分離領域を形成する工程と絶縁膜を形成する工程との間に、半導体基板上に第1ゲート絶縁膜用絶縁層を形成する工程と、第1ゲート絶縁膜用絶縁層および素子分離領域を覆うように第3保護膜を形成する工程と、半導体基板上に第2ゲート絶

絶縁膜用絶縁層を形成する工程と、第3保護膜のうち、少なくとも素子分離領域を覆う部分を残して他の部分を除去する工程と、第1ゲート絶縁膜用絶縁層および第2絶縁膜用絶縁層上に導電層を形成するとともに、所定の加工を施すことにより、半導体基板上に第1ゲート絶縁膜を介在させて第1ゲート電極および第2ゲート絶縁膜を介在させて第2ゲート電極を形成する工程とを備えている。第3保護膜を形成する工程は、第1保護膜を形成する工程と同時に進められる。

【0042】この場合には、半導体基板上に第1ゲート絶縁膜を介在させた第1ゲート電極と第2ゲート絶縁膜を介在させた第2ゲート電極とが形成される。第2ゲート絶縁膜用絶縁層を形成する際に、第1ゲート絶縁膜用絶縁層および素子分離領域上に第2ゲート絶縁膜用絶縁層が形成されるのを防ぐために第3保護膜が形成される。第1保護膜は、その第3保護膜と同じ層から形成される。これにより、新たな膜形成工程を追加することなく第1保護膜を形成でき、製造コストの上昇を抑えることができる。

【0043】また好ましくは、素子分離領域を形成する工程は、半導体基板の主表面に溝部を形成する工程と、溝部の上端近傍の溝部側面を露出させて溝部の上端を越えないように溝部内に絶縁体を埋込む工程とを含んでいる。第1保護膜を形成する工程は、溝部側面上に自己整合的に絶縁膜とはエッチング特性の異なる膜を形成する工程を含んでいる。

【0044】この場合には、新たなマスクを追加することなく、第1保護膜を溝部上端側面上に自己整合的に容易に形成することができる。

【0045】さらに好ましくは、第1保護膜はシリコン窒化膜であり、絶縁膜はシリコン酸化膜である。

【0046】この場合には、絶縁膜に開口部を形成する際に、シリコン窒化膜を実質的に残して、シリコン酸化膜のみをエッチングすることができる。

【0047】

【発明の実施の形態】実施の形態1

本発明の実施の形態1に係る半導体装置について図を用いて説明する。図1を参照して、半導体基板2の表面にpウェル20が形成されている。そのpウェル20の表面上には、ゲート絶縁膜22aを介在させてゲート下部電極24aが形成されている。そのゲート下部電極24aを挟んでpウェル20の表面に、 $n^-$ ソース領域26a、 $n^+$ ソース領域32a、 $n^-$ ドレイン領域26bおよび $n^+$ ドレイン領域32bが形成されている。ゲート下部電極24a、 $n^-$ 、 $n^+$ ソース領域26a、32aおよび $n^-$ 、 $n^+$ ドレイン領域26b、32bにより、MOSトランジスタが構成される。

【0048】そのMOSトランジスタは、STIとしての溝10内に形成されたシリコン酸化膜12bによって他のMOSトランジスタなどの素子（図示せず）と電気

的に絶縁されている。 $n^-$ 、 $n^+$ ソースおよびドレイン領域26a、26b、32a、32bの表面およびゲート下部電極24aの上面には、コバルトシリサイド膜34が形成されている。また、ゲート下部電極24aの両側面上には、サイドウォール絶縁膜としてのTEOS系酸化膜28aおよびシリコン窒化膜30aが形成されている。

【0049】ゲート下部電極24aおよびコバルトシリサイド膜34等を覆うように、半導体基板2上に層間絶縁膜36が形成されている。その層間絶縁膜36には、コバルトシリサイド膜34の表面を露出するコンタクトホール37a、37b、37cが形成されている。そのコンタクトホール37a、37b、37c内には、チタン40および窒化チタン41を介在させてタングステン42が形成されている。層間絶縁膜36上に、タングステン42等に電気的に接続されるソース電極43a、ゲート上部電極43bおよびドレイン電極43cがそれぞれ形成されている。

【0050】次に、上述した半導体装置の製造方法の一例について図を用いて説明する。まず、図2を参照して、半導体基板2の表面に、ウェット酸化により、約150Åのシリコン酸化膜4を形成する。そのシリコン酸化膜4上に、減圧CVD法により、約2000Åのシリコン窒化膜6を形成する。そのシリコン窒化膜6上に、所定のレジストパターン8を形成する。そのレジストパターン8をマスクとして、シリコン窒化膜6およびシリコン酸化膜4に異方性エッチングを施す。さらに、そのシリコン窒化膜6およびシリコン酸化膜4をマスクとして、半導体基板2に異方性エッチングを施すことにより、STIのための溝10を形成する。その後、レジストパターン8を除去する。

【0051】次に図3を参照して、溝10を埋めるようにシリコン窒化膜6上に、高密度プラズマCVD法により約5000Åのシリコン酸化膜12を形成する。次に図4を参照して、シリコン酸化膜12に、化学的機械的研磨を施すことにより、溝10内にシリコン酸化膜12bを残す。このとき、シリコン窒化膜6は、化学機械的研磨の際のストップ膜として作用する。その後、シリコン窒化膜6を、熱リン酸などで除去する。さらに、シリコン酸化膜4を、フッ酸などにより除去する。

【0052】次に図5を参照して、シリコン酸化膜4が除去された半導体基板2の表面に、窒素などのドライ雰囲気および温度1100℃にて酸化することにより、約150Åの犠牲酸化膜14を形成する。その犠牲酸化膜14上に、減圧CVD法により約500Åのシリコン窒化膜16を形成する。そのシリコン窒化膜16上に、レジストパターン18を形成する。この工程では、図2に示す構成において、開口部10を形成する際に用いたマスクと同じマスクを用い、さらに、そのレジストパターン8のレジストタイプとは異なるタイプのレジストを用

いる。たとえば、図2に示すレジストパターン8がネガレジストであれば、ここでは、レジストパターン18としてポジレジストを用いる。これにより、レジストパターン18は、溝10に形成されたシリコン酸化膜12bを覆うように形成される。なお、レジストパターン18としては、露光条件の調整により、溝10の開口寸法よりも多少大きくなるように形成することが望ましい。

【0053】次に図6を参照して、レジストパターン18をマスクとして、シリコン窒化膜16に異方性エッチングを施すことにより、溝10内に形成されたシリコン酸化膜12bを覆うシリコン窒化膜16aを残して、他のシリコン窒化膜を除去する。その後、所定のレジストパターン（図示せず）をマスクとして、注入エネルギー250KeVにてボロンをイオン注入することにより、pウェル20を形成する。同様に、所定のレジストパターン（図示せず）をマスクとして、注入エネルギー400KeVにてリンをイオン注入することによりnウェル（図示せず）を形成する。

【0054】次に図7を参照して、従来の技術の項において説明した図47および図48に示す工程と同様に、半導体基板2上にゲート絶縁膜22aを介在させてゲート下部電極24aを形成する。そのゲート下部電極24a等をマスクとして、注入エネルギー60KeV、ドーズ量 $4 \times 10^{13}/\text{cm}^2$ 、角度 $45^\circ$ 斜め回転注入にて砒素をイオン注入することにより、 $n^-$ ソース領域26aおよび $n^-$ ドレイン領域26bを形成する。その後、ゲート下部電極24aの両側面上にサイドウォール絶縁膜としてのTEOS系酸化膜28aおよびシリコン窒化膜30aを形成する。そのシリコン窒化膜30a等をマスクとして、注入エネルギー50KeV、ドーズ量 $4 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ にて砒素をイオン注入することにより、 $n^+$ ソース領域32aおよび $n^+$ ドレイン領域32bを形成する。これにより、LDD構造が形成される。なお、nウェル（図示せず）領域には、同様にして、注入エネルギー10KeV、ドーズ量 $2 \times 10^{13}/\text{cm}^2$ 、角度 $45^\circ$ 斜め回転注入にてボロンをイオン注入することにより、 $p^-$ ソースおよびドレイン領域（図示せず）を形成する。また、注入エネルギー15KeV、ドーズ量 $4 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ にてボロンをイオン注入することにより、 $p^+$ ソースおよびドレイン領域（図示せず）を形成する。

【0055】次に図8を参照して、ゲート下部電極24aおよびシリコン窒化膜16aなどを覆うように、スパッタ法によりコバルト膜（図示せず）を半導体基板2上に形成する。その後、温度 $430^\circ\text{C}$ 、窒素雰囲気、時間60秒にてランプによるアニールを施すことにより、シリコン基板2中のシリコンとコバルト膜とを反応させ、コバルトシリサイド膜34を形成する。また、ゲート下部電極24a中のシリコンとコバルトとを反応させ、コバルトシリサイド膜34を形成する。シリコン窒化膜1

6a上に形成されたコバルトと、シリコン窒化膜16aとは反応しないため、シリコン窒化膜16a上のコバルト膜は未反応の状態に残る。その未反応のコバルトをウェット処理により除去する。その後、温度 $750^\circ\text{C}$ 、窒素雰囲気、時間90秒にてランプによるアニールを施すことにより、コバルトシリサイド膜34を安定化する。

【0056】次に図9を参照して、コバルトシリサイド膜34等を覆うように半導体基板2上に、常圧CVD法などにより約1000Åのシリコン酸化膜を形成する。CMP法によりそのシリコン酸化膜を平坦化し、さらに、その平坦化されたシリコン酸化膜上に、常圧CVD法により約1000Åのシリコン酸化膜を形成して、層間絶縁膜36を形成する。その層間絶縁膜36上に、レジストパターン38を形成する。そのレジストパターン38をマスクとして、層間絶縁膜36に異方性エッチングを施すことにより、コバルトシリサイド膜34の表面を露出するコンタクトホール37a、37b、37cをそれぞれ形成する。このとき、エッチングガス、圧力などの条件を最適化することにより、シリコン窒化膜16aを実質的にエッチングすることなくシリコン酸化膜からなる層間絶縁膜36をエッチングするのが望ましい。その後、レジストパターン38を除去する。

【0057】次に図10を参照して、スパッタ法により、層間絶縁膜36上にチタンおよび窒化チタン（いずれも図示せず）を順次形成する。その後、コンタクトホール37a、37b、37cを埋めるように、層間絶縁膜36上にCVD法により、タングステン膜（図示せず）を形成する。そのタングステン膜に異方性エッチングを施すことにより、コンタクトホール37a、37b、37c内にチタン40および窒化チタン41を介在させてタングステン42をそれぞれ形成する。その後、層間絶縁膜36上に、スパッタ法によりアルミニウム銅合金膜（図示せず）を形成する。そのアルミニウム銅合金膜上に、所定のレジストパターン（図示せず）を形成する。そのレジストパターンをマスクとして、アルミニウム銅合金膜に異方性エッチングを施すことにより、配線層としてのソース電極43a、ゲート上部電極43bおよびドレイン電極43cをそれぞれ形成する。以上の工程を経ることによって図1に示す半導体装置が完成する。

【0058】上述した半導体装置の製造方法によれば、素子分離領域となる溝10内に形成されたシリコン酸化膜12bを覆うように、シリコン窒化膜16aを形成する。これにより、図9に示す工程において、コンタクトホールを形成する際の、レジストパターン38のアライメントのずれに起因して、たとえば、コンタクトホール37cのように、その底面の全面にコバルトシリサイド膜34が露出するように形成されずに、コバルトシリサイド膜34とシリコン窒化膜16bとが露出するように形成される場合であっても、シリコン窒化膜16aが保



酸膜として作用するため、コンタクトホールを形成する際のオーバーエッチングによってシリコン酸化膜 1 2 b がエッチングされることが抑制される。これにより、溝 1 0 内のシリコン酸化膜 1 2 b がエッチングされて、そのコンタクトホールの下部側面に、 $n^+$  ドレイン領域 3 2 b および p ウェル 2 0 が露出するのを防ぎ、コンタクトホール 3 7 c 内に形成されるタングステン 4 2 などによって、 $n^+$  ドレイン領域 3 2 b と p ウェル 2 0 とが電氣的に短絡するのを防止することができる。その結果、完成した半導体装置では、ドレイン電極 4 3 c からコバ

ルトシリサイド膜 3 4 および  $n^+$  ドレイン領域 3 2 b を経て p ウェル 2 0 へ電流がリークするのを抑制でき、半導体装置の電氣的特性が向上し、所望の動作特性を得ることができる。

#### 【0059】なお、シリコン窒化膜 1 6 a はシリコン酸化膜 1 2 b の全面を覆うように形成したが、 $n^+$ ドレイン領域 3 2 b に接する部分およびその近傍のシリコン酸化膜 1 2 b を覆うようなシリコン窒化膜を形成しても上述した効果を得ることができる。

#### 【0060】実施の形態 2

実施の形態 2 に係る半導体装置について図を用いて説明する。図 1 1 を参照して、本実施の形態に係る半導体装置では、特に、溝 1 0 内に形成されたシリコン酸化膜 1 2 b 上に TEOS 系酸化膜 2 8 b を介在させてシリコン窒化膜 3 0 b が形成されている。その TEOS 系酸化膜 2 8 b とシリコン窒化膜 3 0 b とは、ゲート下部電極 2 4 a の両側面上に形成されたサイドウォール絶縁膜としての TEOS 系酸化膜 2 8 a およびシリコン窒化膜 3 0 a と同じ層から形成されている。なお、これ以外の構成については、実施の形態 1 において説明した図 1 に示す構造と同様なので同一部材には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0061】次に、上述した半導体装置の製造方法の一例について図を用いて説明する。まず、図 1 2 に示す工程までは、実施の形態 1 において説明した図 4 に示す工程までと同様である。その後、熱リン酸などによりシリコン窒化膜 6 を除去する。さらに、フッ酸などによりシリコン酸化膜 4 を除去する。

【0062】次に図 1 3 を参照して、窒素などのドライ雰囲気中、温度 1 1 0 0 °C にて熱処理を施すことにより、半導体基板 2 の表面に約 1 5 0 Å の犠牲酸化膜 1 4 を形成する。そして、所定のレジストパターン（図示せず）をマスクとして、注入エネルギー 2 5 0 KeV にて、ボロンをイオン注入することにより p ウェル 2 0 を形成する。また、同様にして、注入エネルギー 4 0 0 KeV にて、リンをイオン注入することにより n ウェル（図示せず）を形成する。その後、フッ酸などにより犠牲酸化膜 1 4 を除去する。

【0063】次に図 1 4 を参照して、熱酸化法により、半導体基板 2 の表面に約 4 0 Å のシリコン酸化膜 2 2 を

形成する。そのシリコン酸化膜 2 2 上に、減圧 CVD 法により、ポリシリコン膜 2 4 を形成する。そのポリシリコン膜 2 4 上に、レジストパターン 4 5 を形成する。

【0064】次に図 1 5 を参照して、レジストパターン 4 5 をマスクとして、ポリシリコン膜 2 4 に異方性エッチングを施すことにより、ゲート下部電極 2 4 a を形成する。次に、そのゲート下部電極 2 4 a およびレジストパターン 4 6 をマスクとして、注入エネルギー 6 0 KeV、ドーズ量  $4 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ 、角度 4 5 ° 斜め回転注入にて砒素をイオン注入することにより、 $n^-$  ソース領域 2 6 a および  $n^-$  ドレイン領域 2 6 b を形成する。その後レジストパターン 4 6 を除去する。

【0065】次に図 1 6 を参照して、ゲート下部電極 2 4 a を覆うように、半導体基板 2 上に約 1 5 0 Å の TEOS 系酸化膜 2 8 を形成する。その TEOS 系酸化膜 2 8 上に、減圧 CVD 法により約 7 5 0 Å のシリコン窒化膜 3 0 を形成する。そのシリコン窒化膜 3 0 上にレジストパターン 1 8 を形成する。このとき、実施の形態 1 において説明した図 5 に示す工程と同様に、溝 1 0 を形成する際に用いたマスクと同じマスクを用いるとともに、その工程におけるレジストのタイプとは異なるタイプのレジストを用いることが望ましい。

【0066】次に図 1 7 を参照して、レジストパターン 1 8 をマスクとして、シリコン窒化膜 3 0 および TEOS 系酸化膜 2 8 に異方性エッチングを施すことにより、ゲート下部電極 2 4 a の両側面上に、サイドウォール絶縁膜としての TEOS 系酸化膜 2 8 a およびシリコン窒化膜 3 0 a を形成するとともに、溝 1 0 内に形成されたシリコン酸化膜 1 2 b を覆うように、TEOS 系酸化膜 2 8 b およびシリコン窒化膜 3 0 b を形成する。その後、シリコン窒化膜 3 0 a およびゲート下部電極 2 4 a などをマスクとして、注入エネルギー 5 0 KeV、ドーズ量  $4 \times 10^{15} / \text{cm}^2$  にて、砒素をイオン注入することにより、 $n^+$  ソース領域 3 2 a および  $n^+$  ドレイン領域 3 2 b を形成する。

【0067】次に図 1 8 を参照して、実施の形態 1 において説明した図 8 に示す工程と同様の方法により、 $n^+$  ソースおよびドレイン領域 3 2 a、3 2 b およびゲート下部電極 2 4 a の表面にコバルトシリサイド膜 3 4 を形成する。

【0068】次に図 1 9 を参照して、半導体基板 2 上に層間絶縁膜 3 6 を形成するとともに、その層間絶縁膜 3 6 に、コバルトシリサイド膜 3 4 の表面を露出するコンタクトホール 3 7 a、3 7 b、3 7 c をそれぞれ形成する。その後、コンタクトホール 3 7 a、3 7 b、3 7 c 内にチタンおよび窒化チタンを介在させてタングステンを形成するとともに、層間絶縁膜 3 6 上にソース電極、ゲート上部電極およびドレイン電極を形成することにより、図 1 1 に示す半導体装置が完成する。

【0069】上述した製造方法によれば、シリコン酸化

10

20

30

40

50

膜 1 2 b を覆うように、TEOS 系酸化膜 2 8 b およびシリコン窒化膜 3 0 b を形成する。しかも、シリコン酸化膜 1 2 b を覆う TEOS 系酸化膜 2 8 b とシリコン窒化膜 3 0 b とは、ゲート下部電極 2 4 a の両側面上に形成されるサイドウォール絶縁膜としての TEOS 系酸化膜 2 8 a およびシリコン窒化膜 3 0 a とそれぞれ同じ層から形成される。このため、シリコン酸化膜 1 2 b を覆うための保護膜としての層を改めて形成する必要はない。その結果、実施の形態 1 において説明したリーク電流の低減効果に加えて、工程数の増加を抑えて製造コストの上昇を最小限に抑制することができる効果が得られる。

#### 【0070】実施の形態 3

実施の形態 3 に係る半導体装置について図を用いて説明する。図 20 を参照して、p ウェル 20 の MOS トランジスタ領域には、ゲート下部電極 2 4 a、n<sup>-</sup> ソースおよびドレイン領域 2 6 a、2 6 b、n<sup>+</sup> ソースおよびドレイン領域 3 2 a、3 2 b を含む MOS トランジスタが形成されている。そして、拡散抵抗素子領域には、溝 1 0 内に形成されたシリコン酸化膜 1 2 b によって、その MOS トランジスタと電気的に絶縁された他の素子として、拡散抵抗素子 4 7 が形成されている。

【0071】その拡散抵抗素子 4 7 およびシリコン酸化膜 1 2 b を覆うように、シリコン窒化膜 4 8 a が形成されている。特に、シリコン酸化膜 1 2 b を覆うシリコン窒化膜は、コバルトシリサイド膜 3 4 を形成する際に、拡散抵抗素子 4 7 の表面にコバルトシリサイド膜が形成されるのを防止するためのシリコン窒化膜と同じ層から形成されている。なお、これ以外の構成については実施の形態 1 において説明した図 1 に示す構成と同様なので、同一部材には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0072】次に、上述した半導体装置の製造方法の一例について図を用いて説明する。まず、図 21 に示す工程までは、実施の形態 2 において説明した図 11 から図 15 に示す工程までと同様なので、その詳しい説明を省略する。次に図 22 を参照して、ゲート下部電極 2 4 a の両側面上に、サイドウォール絶縁膜としての TEOS 系酸化膜 2 8 a およびシリコン窒化膜 3 0 a を形成する。その後、そのシリコン窒化膜 3 0 a およびゲート下部電極 2 4 a などをマスクとして、注入エネルギー 50 KeV、ドーズ量  $4 \times 10^{15} / \text{cm}^2$  にて砒素をイオン注入することにより、n<sup>+</sup> ソース領域 3 2 a および n<sup>+</sup> ドレイン領域 3 2 b を形成する。このとき、拡散抵抗素子領域には、拡散抵抗素子 4 7 が形成される。

【0073】次に図 23 を参照して、ゲート下部電極 2 4 a 等を覆うように、半導体基板 2 上に、減圧 CVD 法によりシリコン窒化膜 4 8 を形成する。そのシリコン窒化膜 4 8 上に、少なくともシリコン酸化膜 1 2 b および拡散抵抗素子 4 7 を覆うレジストパターン 5 0 を形成す

る。

【0074】次に図 24 を参照して、レジストパターン 5 0 をマスクとして、シリコン窒化膜 4 8 にエッチングを施し、少なくともシリコン酸化膜 1 2 b および拡散抵抗素子 4 7 を覆うシリコン窒化膜 4 8 a を形成する。その後、半導体基板 2 上に、スパッタ法によりコバルト膜を形成する。その後、窒素雰囲気、温度 430℃、時間 90 秒にてランプによるアニールを施す。このとき、シリコン基板 2 中のシリコンとコバルト膜とが反応して、コバルトシリサイド膜 3 4 が自己整合的に形成される。また、ゲート下部電極 2 4 a 中のシリコンとコバルト膜とが反応してコバルトシリサイド膜 3 4 が形成される。なお、拡散抵抗素子 4 7 の表面にはシリコン窒化膜 4 8 a が形成されているため、コバルト膜と拡散抵抗素子中のシリコンとは反応せず、未反応のコバルト膜がシリコン窒化膜 4 8 a 上に残る。未反応のコバルト膜をウェット処理により選択的に除去することにより、コバルトシリサイド膜 3 4 を形成する。さらに、温度 750℃、時間 60 秒の熱処理を施すことにより、コバルトシリサイド膜 3 4 を安定化させる。

【0075】次に図 25 を参照して、コバルトシリサイド膜 3 4 などを覆うように半導体基板 2 上に層間絶縁膜 3 6 を形成する。その層間絶縁膜 3 6 上に所定のレジストパターン（図示せず）を形成する。そのレジストパターンをマスクとして、層間絶縁膜 3 6 に異方性エッチングを施すことにより、コンタクトホール 3 7 a、3 7 b、3 7 c をそれぞれ形成する。その後、コンタクトホール 3 7 a、3 7 b、3 7 c 内にチタンおよび窒化チタンを介在させてタングステン（いずれも図示せず）を形成する。そして、層間絶縁膜 3 6 上に、ソース電極、ゲート上部電極およびドレイン電極を形成することにより、図 20 に示す半導体装置が完成する。

【0076】上述した製造方法によれば、シリコン酸化膜 1 2 b を覆うシリコン窒化膜として、拡散抵抗素子の表面を覆って、コバルト膜と拡散抵抗素子中のシリコンとがシリサイド反応を起こすのを防止するためのシリコン窒化膜 4 8 a と同じ層からなるシリコン窒化膜を適用している。このため、シリコン酸化膜 1 2 b を覆うシリコン窒化膜をあらためて形成する必要がない。その結果、実施の形態 1 において説明したリーク電流の低減効果に加えて、製造コストの上昇を最小限に抑制できる効果が得られる。

#### 【0077】実施の形態 4

実施の形態 4 に係る半導体装置について図を用いて説明する。図 26 を参照して、p ウェル 20 の表面には、素子分離領域としての溝 10 内に形成されたシリコン酸化膜 1 2 b によって互いに電気的に絶縁された第 1 の MOS トランジスタ領域と第 2 の MOS トランジスタ領域が形成されている。第 1 の MOS トランジスタ領域には、ゲート下部電極 2 4 a、n<sup>-</sup> ソースおよびドレイン領域

26 a、26 b、 $n^+$  ソースおよびドレイン領域 32 a、32 b を含む、第 1 の MOS トランジスタが形成されている。第 2 の MOS トランジスタ領域には、ゲート下部電極 24 b、 $n^-$  ソースおよびドレイン領域 52 a、52 b、 $n^+$  ソースおよびドレイン領域 53 a、53 b を含む第 2 の MOS トランジスタが形成されている。

【0078】第 2 の MOS トランジスタのゲート酸化膜 54 a は、第 1 の MOS トランジスタのゲート酸化膜 22 a よりも厚い。そして、シリコン酸化膜 12 b を覆うようにシリコン窒化膜 56 a が形成されている。このシリコン窒化膜 56 a は、それぞれ異なる膜厚を有するゲート酸化膜の形成において、一方のゲート酸化膜を形成する際に、他方のゲート酸化膜を覆って、他方のゲート酸化膜が酸化されて膜厚が増加するのを防止するためのシリコン窒化膜と同じ層から形成されている。なお、これ以外の構成については、実施の形態 1 において説明した図 1 に示す構成と実質的に同様なので同一部材には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0079】次に、上述した半導体装置の製造方法の一例について図を用いて説明する。まず、図 27 に示す工程までは、実施の形態 2 において説明した図 10 に示す工程までと同様である。その後、熱リン酸などによりシリコン窒化膜 6 を除去する。さらに、フッ酸などによりシリコン酸化膜 4 を除去する。

【0080】次に図 28 を参照して、半導体基板 2 の表面に、犠牲酸化膜 14 を形成する。その後、半導体基板 2 上に所定のレジストパターン（図示せず）を形成する。そのレジストパターンをマスクとして、注入エネルギー 250 KeV にて、ボロンをイオン注入することにより p ウェル 20 を形成する。その後、フッ酸などにより犠牲酸化膜 14 を除去する。

【0081】次に図 29 を参照して、半導体基板 2 の表面に、熱酸化法により約 40 Å のシリコン酸化膜 22 を形成する。そのシリコン酸化膜 22 上に、減圧 CVD 法により約 700 Å のシリコン窒化膜 56 を形成する。そのシリコン窒化膜 56 上にレジストパターン 58 を形成する。そのレジストパターン 58 をマスクとして、シリコン窒化膜 56 に異方性エッチングを施す。その後、レジストパターン 58 を除去する。これにより、第 1 の MOS トランジスタ領域のシリコン酸化膜 22 を覆って、第 2 の MOS トランジスタ領域のゲート酸化膜を形成する際に、第 1 の MOS トランジスタ領域のシリコン酸化膜 22 が酸化されて膜厚が増加するのを防止するシリコン窒化膜 56 が形成される。さらに、溝 10 内に形成されたシリコン酸化膜 12 b を覆うシリコン窒化膜が、そのシリコン窒化膜 56 と同じ層から形成される。

【0082】次に図 30 を参照して、熱酸化法により、半導体基板 2 の第 2 の MOS トランジスタ領域の表面に約 150 Å のシリコン酸化膜 54 を形成する。その後、

シリコン酸化膜 12 b を覆うように、シリコン窒化膜 56 上に所定のレジストパターン（図示せず）を形成する。このレジストパターンの形成は、実施の形態 1 において説明した図 5 に示す工程と同様の方法によって形成することが望ましい。

【0083】次に、図 31 を参照して、そのレジストパターンをマスクとして、シリコン窒化膜 56 に異方性エッチングを施すことにより、シリコン酸化膜 10 上にシリコン窒化膜 56 a を形成する。その後、シリコン酸化膜 22、54 およびシリコン窒化膜 56 a を覆うように半導体基板 2 上にポリシリコン膜 24 を形成する。そのポリシリコン膜 24 上にレジストパターン 60 を形成する。

【0084】次に図 32 を参照して、レジストパターン 60 をマスクとして、ポリシリコン膜 24 に異方性エッチングを施し、第 1 の MOS トランジスタ領域にゲート下部電極 24 a を形成し、第 2 の MOS トランジスタ領域にゲート下部電極 24 b をそれぞれ形成する。その後、レジストパターン 60 を除去する。そして、ゲート下部電極 24 a、24 b をマスクとして、注入エネルギー 60 KeV、ドーズ量  $4 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ 、角度 45 ° 斜め回転注入にて砒素をイオン注入することにより、第 1 の MOS トランジスタ領域に  $n^-$  ソースおよびドレイン領域 26 a、26 b を形成する。第 2 の MOS トランジスタ領域に、 $n^-$  ソースおよびドレイン領域 52 a、52 b を形成する。

【0085】次に図 33 を参照して、ゲート下部電極 24 a の両側面上に、サイドウォール絶縁膜としての TEOS 系酸化膜 28 a およびシリコン窒化膜 30 a を形成する。また、ゲート下部電極 24 b の両側面上に、サイドウォール絶縁膜としての TEOS 系酸化膜 28 b およびシリコン窒化膜 30 b を形成する。その後、シリコン窒化膜 30 a、30 b およびゲート下部電極 24 a、24 b 等をマスクとして、注入エネルギー 50 KeV、ドーズ量  $4 \times 10^{15} / \text{cm}^2$  にて砒素をイオン注入することにより、第 1 の MOS トランジスタ領域に  $n^+$  ソースおよびドレイン領域 32 a、32 b を形成し、第 2 の MOS トランジスタ領域に、 $n^+$  ソースおよびドレイン領域 53 a、53 b を形成する。その後、実施の形態 1 において説明した図 8 に示す工程と同様の方法により、 $n^+$  ソースおよびドレイン領域 32 a、32 b、53 a、53 b の表面およびゲート下部電極 24 a、24 b の表面にコバルトシリサイド膜 34 をそれぞれ自己整合的に形成する。

【0086】次に図 34 を参照して、半導体基板 2 上に層間絶縁膜 36 を形成する。その層間絶縁膜 36 上に所定のレジストパターン（図示せず）を形成する。そのレジストパターンをマスクとして、層間絶縁膜 36 に異方性エッチングを施し、コバルトシリサイド膜 34 の表面を露出するコンタクトホール 37 a、37 b、37 c、

37dをそれぞれ形成する。その後、コンタクトホール37a、37b、37c、37d内にチタンおよび窒化チタンを介在させてタングステン（いずれも図示せず）を形成する。そして、層間絶縁膜36上に、ソース電極、ゲート上部電極およびドレイン電極を形成することにより、図26に示す半導体装置が完成する。

【0087】上述した製造方法によれば、図30に示されるように、シリコン酸化膜12bを覆うシリコン窒化膜として、第2のMOSトランジスタのゲート酸化膜となるシリコン酸化膜54を形成する際に、第1のMOSトランジスタのゲート酸化膜となるシリコン酸化膜22を覆って、シリコン酸化膜22が酸化されて膜厚が増加するのを防止するシリコン窒化膜56と同じ層からなるシリコン窒化膜56aが形成される。このため、シリコン酸化膜12bを覆うシリコン窒化膜をあらためて形成する必要がない。その結果、実施の形態1において説明したリーク電流の低減効果に加えて、製造コストの上昇を最小限に抑制できる効果が得られる。

#### 【0088】実施の形態5

実施の形態5に係る半導体装置について図を用いて説明する。図35を参照して、pウェル20には、素子分離領域として、溝10内にシリコン酸化膜12cが形成されている。そのシリコン酸化膜12cは、溝10の開口端近傍の側面が露出する程度に溝10内に形成されている。その露出した溝側面上には、シリコン窒化膜62が自己整合的に形成されている。なお、これ以外の構成については実施の形態1において説明した図1に示す構成と実質的に同様なので同一部材には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0089】次に、上述した半導体装置の製造方法の一例について図を用いて説明する。まず、図36に示す工程までは、実施の形態1において説明した図2から図4に示す構成と同様である。次に図37を参照して、熱リン酸などによりシリコン窒化膜6を除去する。さらに、フッ酸などによりシリコン酸化膜4を除去するとともに、シリコン酸化膜12aをエッチングする。

【0090】その後、半導体基板2上に犠牲酸化膜（図示せず）を形成するとともに、注入エネルギー250KeVにてボロンをイオン注入することによりpウェル20を形成する。その後、犠牲酸化膜を除去する。このとき、シリコン酸化膜12aをエッチングすることにより、溝10の開口端近傍の側面を露出させる。このようにして、溝10内には、シリコン酸化膜12cが形成される。

【0091】次に図38を参照して、半導体基板2上にシリコン窒化膜（図示せず）を形成する。そのシリコン窒化膜に異方性エッチングを施すことにより、溝10の開口端近傍の側面上にシリコン窒化膜62を自己整合的に形成する。その後、半導体基板2上に、熱酸化法によりシリコン酸化膜22を形成する。

【0092】次に図39を参照して、シリコン酸化膜22上にゲート下部電極24aを形成する。そのゲート下部電極24aをマスクとして、砒素をイオン注入することによりn<sup>-</sup>ソースおよびドレイン領域26a、26bを形成する。

【0093】次に図40を参照して、ゲート下部電極24aの両側面上に、サイドウォール絶縁膜としてのTEOS系酸化膜28aおよびシリコン窒化膜30aを形成する。その後、シリコン窒化膜30aおよびゲート下部電極24aをマスクとして、砒素をイオン注入することにより、n<sup>+</sup>ソースおよびドレイン領域32a、32bを形成する。

【0094】次に図41を参照して、n<sup>+</sup>ソースおよびドレイン領域32a、32bおよびゲート下部電極24aの表面に自己整合的にコバルトシリサイド膜34を形成する。そのコバルトシリサイド膜34等を覆うように半導体基板2上に層間絶縁膜36を形成する。その層間絶縁膜36上に形成された所定のレジストパターン（図示せず）をマスクとして、層間絶縁膜36に異方性エッチングを施すことによりコバルトシリサイド膜34の表面を露出するコンタクトホール37a、37b、37cをそれぞれ形成する。その後、コンタクトホール37a、37b、37c内に、チタンおよび窒化チタンを介在させてタングステン（いずれも図示せず）を形成する。そして、層間絶縁膜36上にソース電極、ゲート上部電極およびドレイン電極を形成することにより、図35に示す半導体装置が完成する。

【0095】上述した製造方法によれば、図35に示されるように、シリコン酸化膜12cを部分的に覆うシリコン窒化膜として、溝10の開口端近傍の側面上に自己整合的に形成されたシリコン窒化膜62が適用される。このため、シリコン窒化膜62を形成するための付加的な写真製版工程を追加する必要はない。しかも、このシリコン窒化膜62は、開口端近傍の側面に露出しているn<sup>+</sup>ドレイン領域32bおよび半導体基板2の領域を覆うように形成されている。

【0096】その結果、実施の形態1において説明したリーク電流の低減効果に加えて、製造コストの上昇を最小限に抑制できる効果が得られる。

【0097】なお、上述した各実施の形態では、コンタクトホールのずれとしてレジストパターンのずれなどに起因する場合を挙げたが、この他に、たとえば、微細化に伴うレイアウトパターンの制約上、コンタクトホールを所定の位置からずらして形成せざるを得ない場合でも、上述した構造を採用することにより、リーク電流の低減効果などを得ることができる。

【0098】今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味お

よび範囲内のすべての変更が含まれることが意図される。

#### 【0099】

【発明の効果】本発明の1つの局面における半導体装置によれば、絶縁膜に開口部を形成する際に、開口部を形成するためのレジストパターンが、たとえばアライメントのずれなどにより素子分離領域上にかかるように形成された場合であっても、絶縁膜をエッチングする際に第1保護膜の存在によって素子分離膜がエッチングされるのを防止することができる。これにより、開口部に形成される導電体によって第2導電領域から第1導電領域を経て半導体基板へ電流がリークするのを防止することができ、その結果、半導体装置の電気的特性が向上し、所望の動作特性が得られる。

【0100】好ましくは、半導体基板の主表面に、第1導電領域と距離を隔てて形成された第3導電領域と、第1導電領域と第3導電領域とによって挟まれた領域上に、ゲート絶縁膜を介在させて形成されたゲート電極と、ゲート電極の両側面上に形成された側壁絶縁膜とを含み、第1保護膜とその側壁絶縁膜とは同じ層からなることによって、新たな膜形成工程を追加することなく第1保護膜を形成することができる。

【0101】また好ましくは、第1保護膜は素子分離領域の表面全体を覆っていることによって、第1保護膜を形成するためのマスクとして、素子分離領域を形成するためのマスクを用いることができ、その結果、新たなマスクを追加することなく第1保護膜を形成することが可能となる。

【0102】好ましくは、半導体基板の主表面に第1導電領域と距離を隔てて形成された第3導電領域と、第1導電領域と第3導電領域とによって挟まれた領域上に、ゲート絶縁膜を介在させて形成されたゲート電極と、半導体基板の主表面に形成された抵抗素子と、その抵抗素子を覆うように形成された第2保護膜と、第1導電領域および第3導電領域上に形成された導電層とを含み、第1保護膜と第2保護膜とは同じ層からなることによって、新たな膜形成工程を追加することなく第1保護膜を形成することができる。

【0103】また好ましくは、素子分離領域は、半導体基板の主表面に形成された溝部と、その溝部の上端近傍の溝部側面を露出させて溝部の上端を越えないように溝部内に形成された絶縁体とを含み、第1保護膜はその溝部側面上に形成されていることによって、第1保護膜は、新たなマスクを追加することなく溝部上端側面上に自己整合的に容易に形成される。

【0104】さらに好ましくは、第1保護膜はシリコン窒化膜であり、絶縁膜はシリコン酸化膜であることによって、絶縁膜に開口部を形成する際に、シリコン窒化膜を実質的にエッチングせずに、シリコン酸化膜のみをエッチングすることができる。これにより、シリコン窒化

膜下の領域がエッチングされるのを容易に防止することができる。

【0105】本発明の他の局面における半導体装置の製造方法によれば、絶縁膜に開口部を形成する際に、開口部を形成するためのレジストパターンが、アライメントのずれなどにより素子分離領域上にかかるように形成された場合であっても、絶縁膜をエッチングする際に第1保護膜によって素子分離領域がエッチングされるのを防止することができる。これにより、第1絶縁膜のない場合と比較すると、素子分離領域がエッチングされて開口部の側面に第1導電領域とその第1導電領域下の半導体基板の領域とが露出して開口部が形成されるのを防止でき、その開口部に形成される導電体によって第2導電領域から第1導電領域を経て半導体基板へ電流がリークするのを抑制することができる。その結果、電気的特性の向上が図られ所望の動作特性が得られる半導体装置を製造することができる。

【0106】好ましくは、素子分離領域を形成する工程は、半導体基板上に所定タイプの第1フォトリソを形成する工程と、第1フォトリソを所定のマスクを用いて露光することにより、第1フォトリソパターンを形成する工程と、その第1フォトリソパターンをマスクとして、半導体基板に加工を施すことにより、半導体基板の所定の領域に、溝部を形成する工程と、その溝部に絶縁体を形成する工程とを含んでいる。また、第1保護膜を形成する工程は、素子分離領域を覆うように半導体基板上に絶縁膜とはエッチング特性の異なる保護層を形成する工程と、その保護層上に所定タイプとは異なるタイプの第2フォトリソを形成する工程と、その第2フォトリソを所定のマスクを用いて露光することにより、第2フォトリソパターンを形成する工程と、その第2フォトリソパターンをマスクとして、保護層に加工を施すことにより、素子分離領域の表面を覆う第1保護膜を形成する工程とを含んでいることによって、第1保護膜を形成するためのマスクとして、素子分離領域を形成するための第1フォトリソパターンのレジストタイプと異なるレジストタイプを用いることによって、素子分離形成領域を形成するためのマスクを用いることができる。これにより、新たなマスクを作製することなく、第1保護膜を形成することができ、製造コストの上昇を抑制することができる。

【0107】好ましくは、素子分離領域を形成する工程と絶縁膜を形成する工程との間に、半導体基板上にゲート絶縁膜を介在させてゲート電極を形成する工程と、ゲート電極を挟んで半導体基板の主表面に所定導電型の1対の不純物領域を形成する工程と、ゲート電極の両側面上に側壁絶縁膜を形成する工程とを備えている。1対の不純物領域を形成する工程は、一方の領域に第1導電領域を形成する工程を含んでいる。側壁絶縁膜を形成する工程は、第1保護膜を形成する工程と同時に進められる

ことによって、ゲート電極の側壁絶縁膜を形成する際に、その側壁絶縁膜と同じ層から第 1 保護膜を形成することができる。これにより、新たな膜形成工程を追加することなく第 1 保護膜を形成でき、製造コストの上昇を抑えることができる。

【0108】また好ましくは、素子分離領域を形成する工程と絶縁膜を形成する工程との間に、半導体基板上にゲート絶縁膜を介在させてゲート電極を形成する工程と、ゲート電極を挟んで半導体基板の主表面に所定導電型の 1 対の不純物領域を形成する工程と、半導体基板の主表面に抵抗素子を形成する工程と、少なくとも抵抗素子を覆うように第 2 保護膜を形成する工程と、1 対の不純物領域上に、自己整合的に導電層を形成する工程とを備えている。1 対の不純物領域を形成する工程は、一方の領域に第 1 導電型領域を形成する工程を含んでいる。第 2 保護膜を形成する工程は、第 1 保護膜を形成する工程と同時にに行なわれることによって、新たな膜形成工程を追加することなく第 1 保護膜を形成でき、製造コストの上昇を抑えることができる。

【0109】また好ましくは、素子分離領域を形成する工程と絶縁膜を形成する工程との間に、半導体基板上に第 1 ゲート絶縁膜用絶縁層を形成する工程と、第 1 ゲート絶縁膜用絶縁層および素子分離領域を覆うように第 3 保護膜を形成する工程と、半導体基板上に第 2 ゲート絶縁膜用絶縁層を形成する工程と、第 3 保護膜のうち、少なくとも素子分離領域を覆う部分を残して他の部分を除去する工程と、第 1 ゲート絶縁膜用絶縁層および第 2 絶縁膜用絶縁層上に導電層を形成するとともに、所定の加工を施すことにより、半導体基板上に第 1 ゲート絶縁膜を介在させて第 1 ゲート電極および第 2 ゲート絶縁膜を介在させて第 2 ゲート電極を形成する工程とを備えている。第 3 保護膜を形成する工程は、第 1 保護膜を形成する工程と同時にに行なわれることによって、新たな膜形成工程を追加することなく第 1 保護膜を形成でき、製造コストの上昇を抑えることができる。

【0110】また好ましくは、素子分離領域を形成する工程は、半導体基板の主表面に溝部を形成する工程と、溝部の上端近傍の溝部側面を露出させて溝部の上端を越えないように溝部内に絶縁体を埋込む工程とを含んでいる。第 1 保護膜を形成する工程は、溝部側面上に自己整合的に絶縁膜とはエッチング特性の異なる膜を形成する工程を含んでいることによって、新たなマスクを追加することなく、第 1 保護膜を溝部上端側面上に自己整合的に容易に形成することができる。

【0111】さらに好ましくは、第 1 保護膜はシリコン窒化膜であり、絶縁膜はシリコン酸化膜であることによって、絶縁膜に開口部を形成する際に、シリコン窒化膜を実質的に残して、シリコン酸化膜のみをエッチングすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 に係る半導体装置の一断面図である。

【図 2】 同実施の形態において、図 1 に示す半導体装置の製造方法の 1 工程を示す断面図である。

【図 3】 同実施の形態において、図 2 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 4】 同実施の形態において、図 3 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

10 【図 5】 同実施の形態において、図 4 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 6】 同実施の形態において、図 5 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 7】 同実施の形態において、図 6 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 8】 同実施の形態において、図 7 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 9】 同実施の形態において、図 8 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

20 【図 10】 同実施の形態において、図 9 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 11】 本発明の実施の形態 2 に係る半導体装置の一断面図である。

【図 12】 同実施の形態において、図 11 に示す半導体装置の製造方法の 1 工程を示す断面図である。

【図 13】 同実施の形態において、図 12 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 14】 同実施の形態において、図 13 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

30 【図 15】 同実施の形態において、図 14 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 16】 同実施の形態において、図 15 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 17】 同実施の形態において、図 16 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 18】 同実施の形態において、図 17 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 19】 同実施の形態において、図 18 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

40 【図 20】 本発明の実施の形態 3 に係る半導体装置の一断面図である。

【図 21】 同実施の形態において、図 20 に示す半導体装置の製造方法の 1 工程を示す断面図である。

【図 22】 同実施の形態において、図 21 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 23】 同実施の形態において、図 22 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 24】 同実施の形態において、図 23 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

50 【図 25】 同実施の形態において、図 24 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 2 6】 本発明の実施の形態 4 に係る半導体装置の一断面図である。

【図 2 7】 同実施の形態において、図 2 6 に示す半導体装置の製造方法の 1 工程を示す断面図である。

【図 2 8】 同実施の形態において、図 2 7 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 2 9】 同実施の形態において、図 2 8 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 3 0】 同実施の形態において、図 2 9 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 3 1】 同実施の形態において、図 3 0 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 3 2】 同実施の形態において、図 3 1 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 3 3】 同実施の形態において、図 3 2 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 3 4】 同実施の形態において、図 3 3 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 3 5】 本発明の実施の形態 5 に係る半導体装置の一断面図である。

【図 3 6】 同実施の形態において、図 3 5 に示す半導体装置の製造方法の 1 工程を示す断面図である。

【図 3 7】 同実施の形態において、図 3 6 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 3 8】 同実施の形態において、図 3 7 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 3 9】 同実施の形態において、図 3 8 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 4 0】 同実施の形態において、図 3 9 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 4 1】 同実施の形態において、図 4 0 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 4 2】 従来の半導体装置の一断面図である。

【図 4 3】 図 4 2 に示す半導体装置の製造方法の 1 工程を示す断面図である。

【図 4 4】 図 4 3 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 4 5】 図 4 4 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 4 6】 図 4 5 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 4 7】 図 4 6 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

10 【図 4 8】 図 4 7 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 4 9】 図 4 8 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 5 0】 図 4 9 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図 5 1】 図 5 0 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

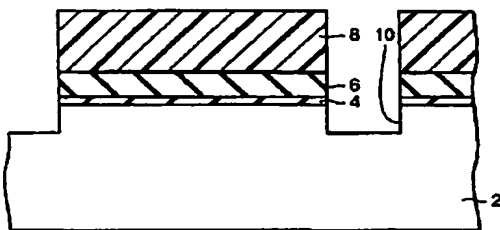
【図 5 2】 図 5 1 に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

20 【図 5 3】 従来の半導体装置の問題点を説明するための一断面図である。

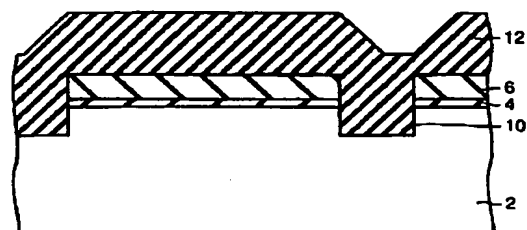
【符号の説明】

2 半導体基板、10 溝、12a、12b、12c シリコン酸化膜、16a シリコン窒化膜、20 p ウェル、22a、54a ゲート酸化膜、24a、24b ゲート下部電極、26a、52a n<sup>-</sup> ソース領域、26b、52b n<sup>-</sup> ドレイン領域、32a、53a n<sup>+</sup> ソース領域、32b、53b n<sup>+</sup> ドレイン領域、28a、28b TEOS 系酸化膜、30a、30b シリコン窒化膜、34 コバルトシリサイド膜、36 層間絶縁膜、37a、37b、37c、37d コンタクトホール、40 チタン、41 窒化チタン、42 タングステン、43a ソース電極、43b ゲート上部電極、43c ドレイン電極、47 拡散抵抗素子、48a、56a、62 シリコン窒化膜。

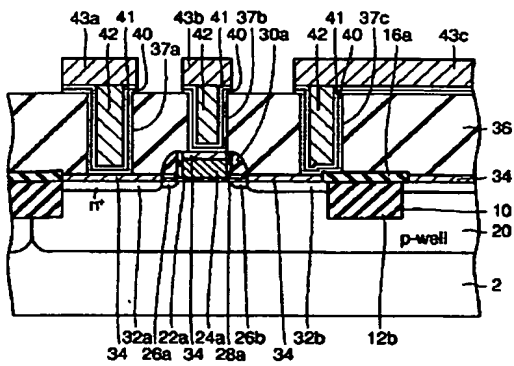
【図 2】



【図 3】



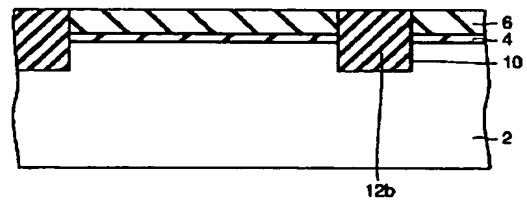
【図 1】



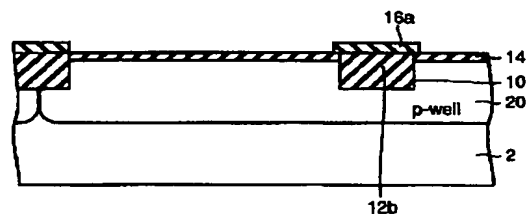
2: 半導体基板  
16: シリコン酸化膜  
22a: ゲート酸化膜  
26b: n<sup>+</sup>ドレイン領域  
32a: n<sup>+</sup>ソース領域  
34: コバルトシリサイド膜  
37a, 37b, 37c, 37d: コンタクトホール

10: 溝  
20: pウェル  
28a: n<sup>+</sup>ソース領域  
30a, 30b: シリコン窒化膜  
32b: n<sup>+</sup>ドレイン領域  
36: 層間絶縁膜

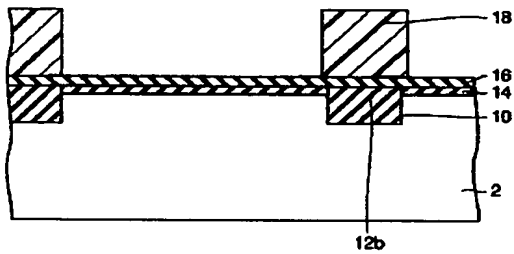
【図 4】



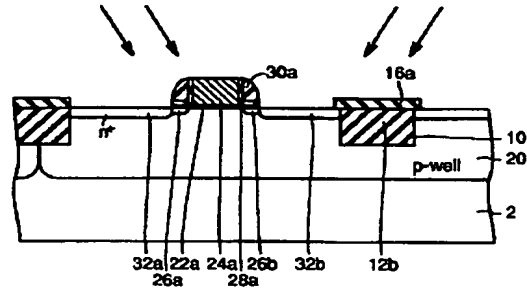
【図 6】



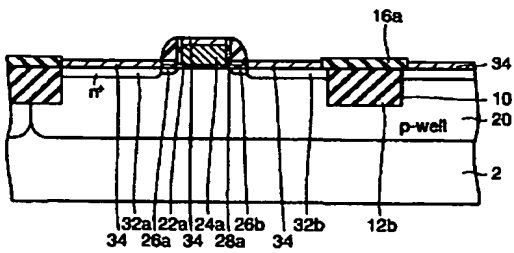
【図 5】



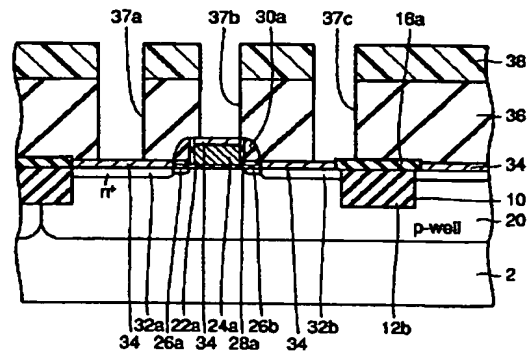
【図 7】



【図 8】



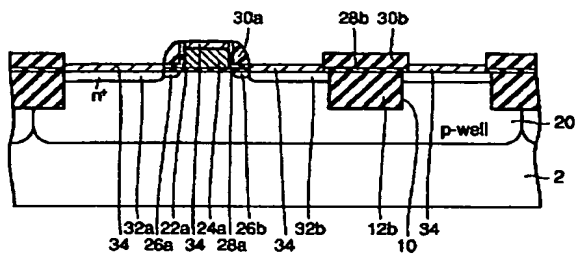
【図 9】



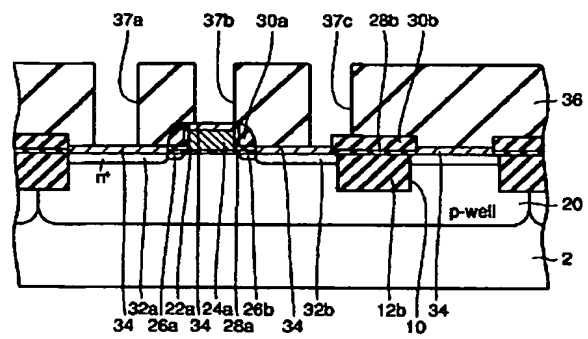




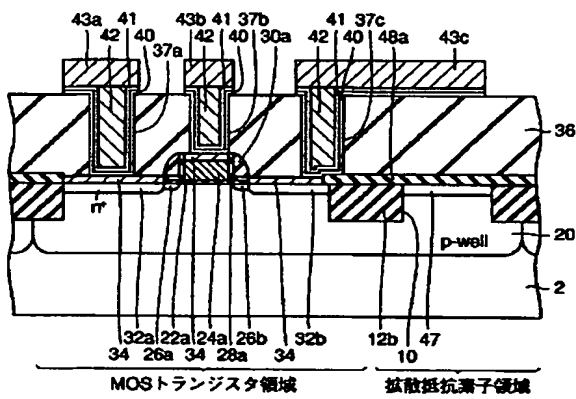
【図 18】



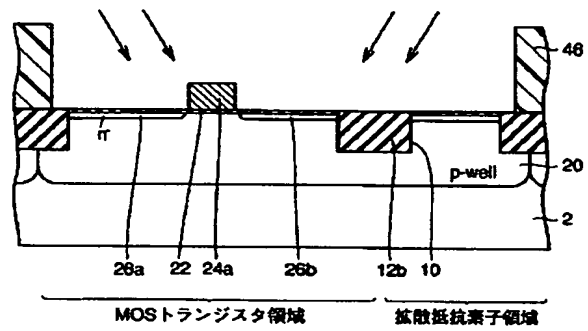
【図 19】



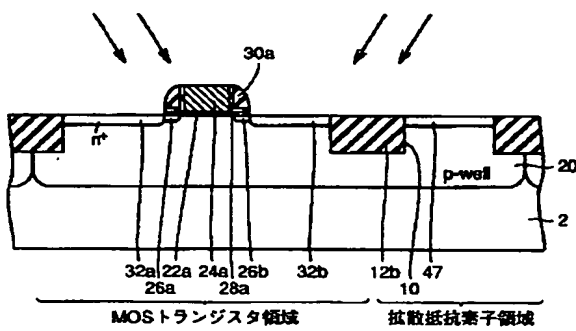
【図 20】



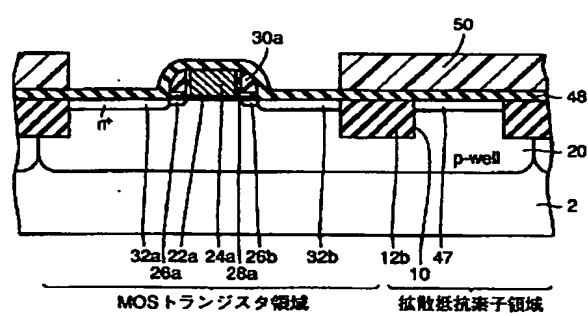
【図 21】



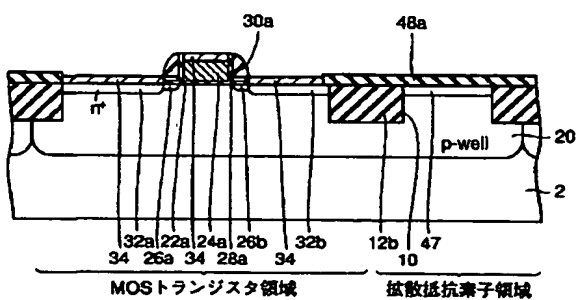
【図 22】



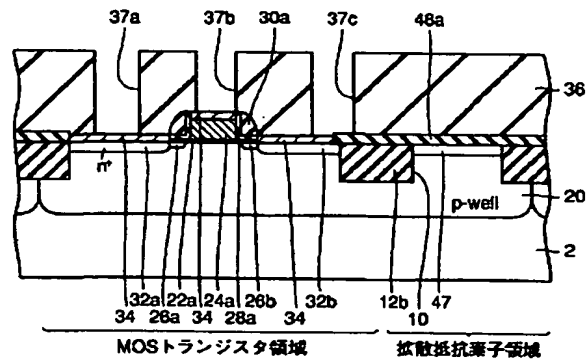
【図 23】



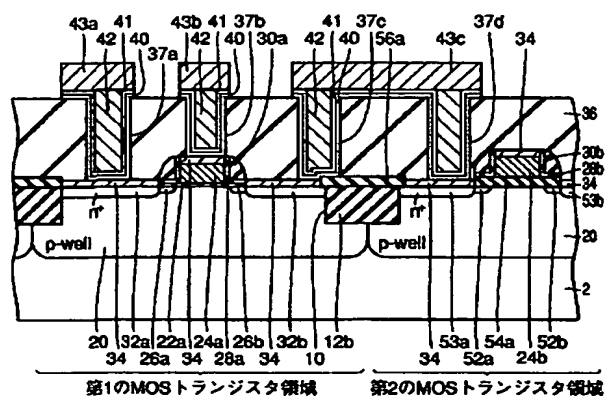
【図 24】



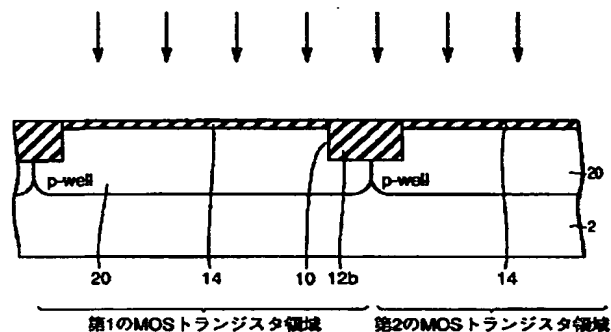
【図 25】



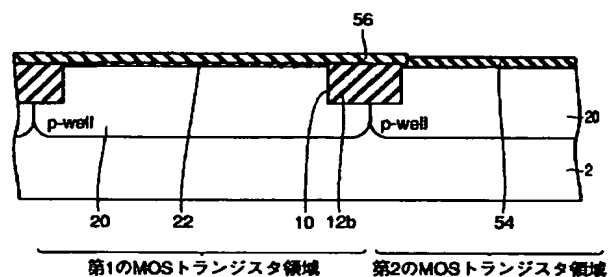
【図 2 6】



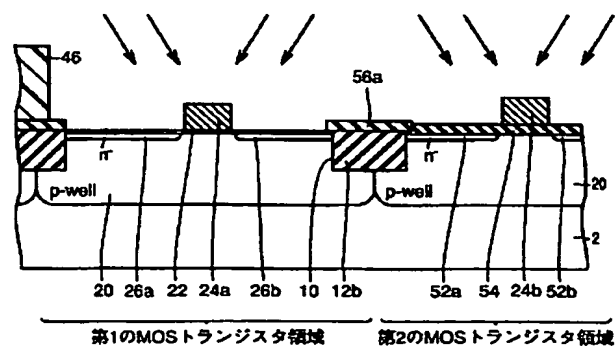
【図 2 8】



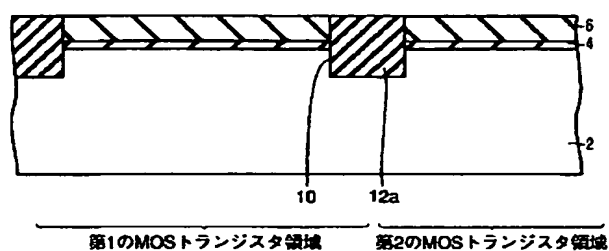
【図 3 0】



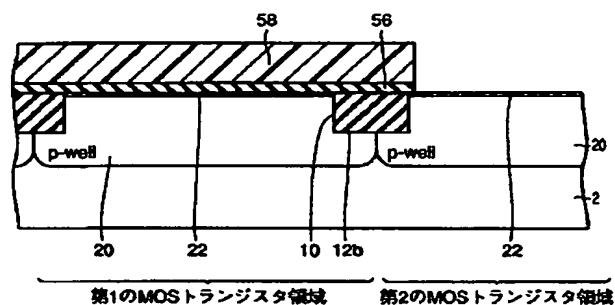
【図 3 2】



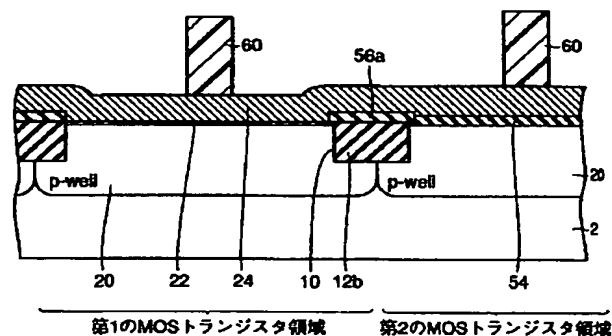
【図 2 7】



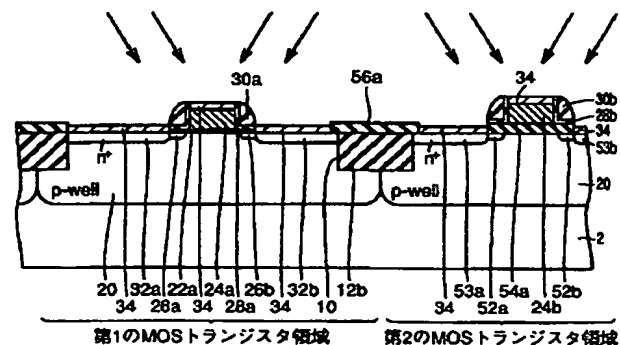
【図 2 9】



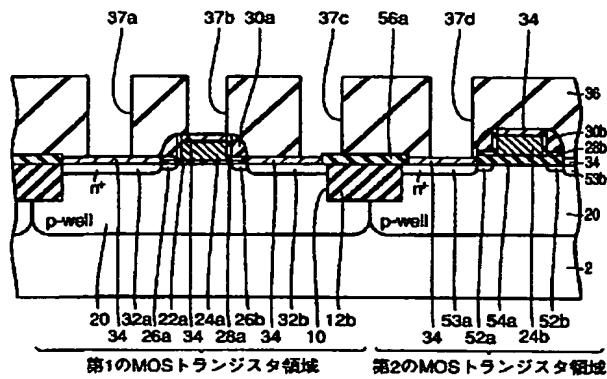
【図 3 1】



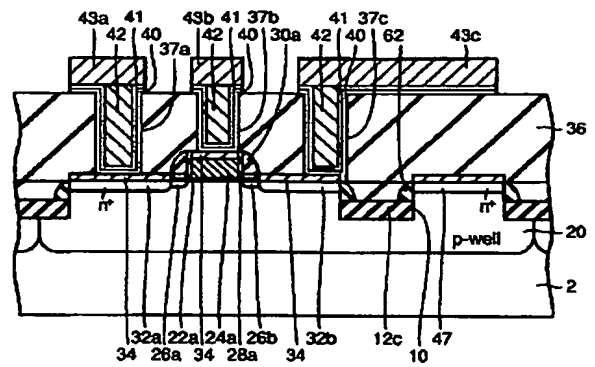
【図 3 3】



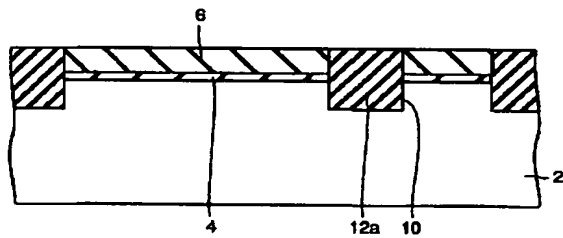
【図 3 4】



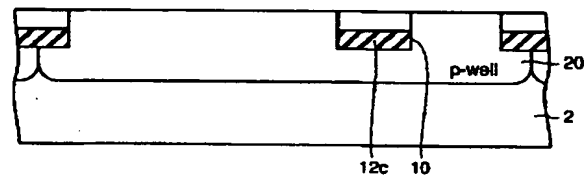
【図 3 5】



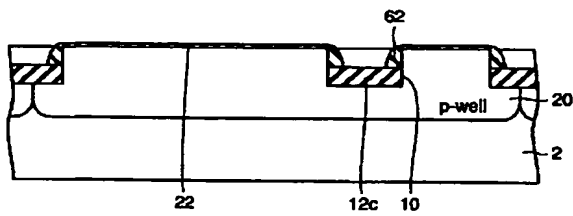
【図 3 6】



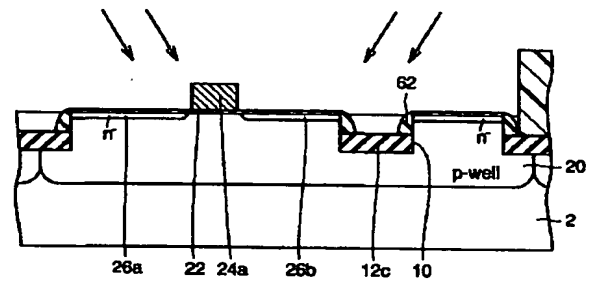
【図 3 7】



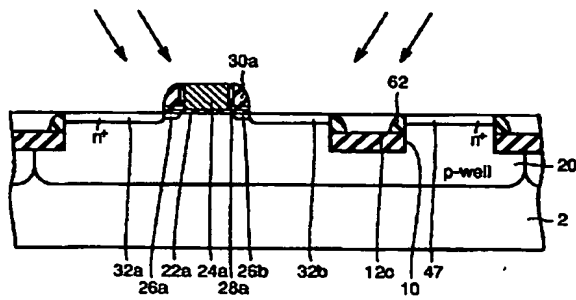
【図 3 8】



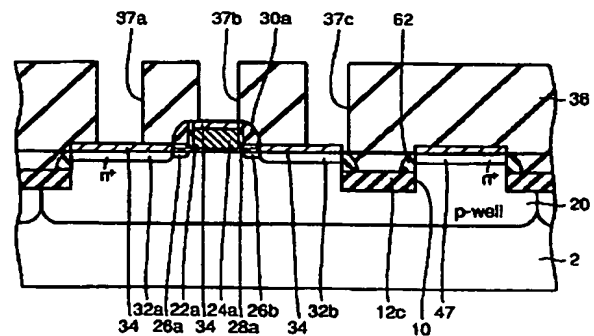
【図 3 9】



【図 4 0】

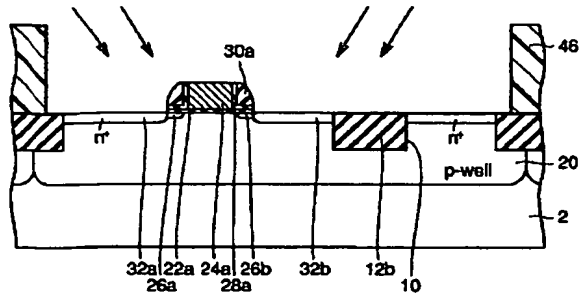


【図 4 1】

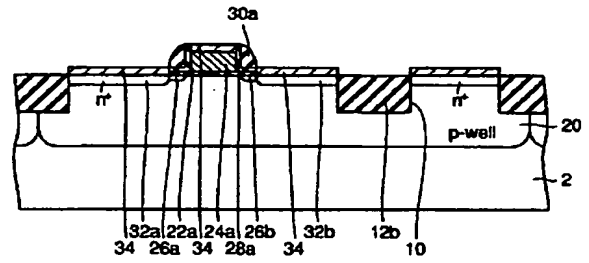




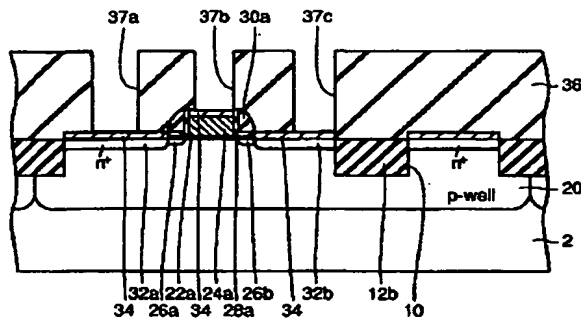
【図 5 0】



【図 5 1】



【図 5 2】



【図 5 3】

